

STRADA FERRATA

DELLA SAVOIA

E

GRANDE PERFORAMENTO DELLE ALPI



PROVINCIA DI TORINO
BIBLIOTECA

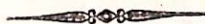
Legato **Anselmi**

OA. - b -

81

STRADA FERRATA

BELLA SAVOIA



SUL PROGETTO DI MACCHINA

PER

IL GRANDE PERFORAMENTO DELLE ALPI

TRA SUSÀ E BARDONÈCHE

OSSERVAZIONI

DELL'INGEGNERE

G. E. BELLA

DEPUTATO AL PARLAMENTO

Presentato al Ministero dei Lavori pubblici

il 2 marzo 1850

TORINO 1850

PER GLI EREDI BOTTA

Tipografi della Camera dei Deputati.



STABILE FERRATA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

DELLA

STRADA FERRATA DELLA SAVOIA

E

GRANDE PERFORAMENTO DELLE ALPI



Il grandioso concepimento di traversare le Alpi tra Susa e Bardonnèche con una strada ferrata, che squarci le viscere delle alte montagne traendo potente sussidio da una ingegnosa macchina di novella invenzione, quando realmente venisse attuato, sarebbe tal maraviglia da superare tutti i prodigii, che nel nostro secolo la mente dell'uomo ha prodotto in fatto di pubbliche costruzioni.

Sia dunque che l'impresa si voglia riguardare qual mezzo di avvicinare e di unire tra loro due popoli, che la natura pareva tenere divisi, sia che si voglia semplicemente considerare come curiosità artistica, è ad ogni modo indubitato che essa deve ispirare il più grande interessamento ad ogni animo affezionato al progresso dell'arte e della civiltà, e che tanto l'Autore, quanto le persone, da cui esso è sostenuto, rimaner

debbono al dissopra d'ogni censura, qualunque fosse l'esito del tentativo da loro proposto.

Siccome però quanto più l'opera è straordinaria, tanto maggiori sono gli ostacoli che soglionsi incontrare, così l'ingegno umano onde sollevarsi alla loro altezza abbisogna d'aiuto e di stimolo, e questo egli può ricevere potente ed efficace da una critica amorevole e sana. Con tale pensiero, e quantunque ripugni alle mie abitudini lo entrare nella via della polemica, tuttavia riflettendo che alcune osservazioni spoglie da ogni passione avrebbero l'opinione pubblica premunita dalle esagerazioni nell'uno e nell'altro senso, parve a me stretto dovere per una persona d'arte, per uno specialmente che appartiene al Corpo degli Ingegneri dello Stato, di rispondere all'invito tacitamente fatto dal Ministero, il quale pubblicando alcuni elementi del progetto, riguardante il gran traforo delle Alpi, faceva appello alla Nazione onde prendesse parte in una disquisizione di tanto rilievo. Non è già ch'io mi creda capace di dare utile consiglio, ma non potendo vincere alcuni dubbii ingenerati nella mia mente dall'esame del progetto, non potevo acquietare le mie apprensioni senza sottoporre le difficoltà al giudizio di chi ebbe parte nel lavoro, onde vengano esse distrutte quando siano immaginarie, oppure vengano superate quando siano reali.

L'argomento gravissimo si presenta sotto un duplice aspetto racchiudendo in sè la soluzione di due questioni importantissime, l'una economica, e l'altra tecnica. Sulla prima specialmente venne immaturamente iniziata una polemica acerba, che ignoro se possa veramente riescire di giovamento, o se piuttosto

sto non serva a destare gare municipali, a disseminare passioni irritanti. I principii tuttavia, sui quali una tale questione riposa, sono certi ed immutabili, giacchè trattasi di apprezzare al giusto grado il valore delle relazioni utili, che dopo superati gli ostacoli dalla natura frapposti possono essere stabilite tra otto milioni d'Italiani e triplo numero di francesi, tra un paese produttivo ed uno industriale, tra popoli insomma, i quali messi a contatto immediato moltiplicheranno immensamente i loro attuali rapporti d'interesse, rinforzeranno i vincoli d'amicizia giovandosi mutuamente col celere trasporto delle persone, col facile scambio di materie prime da un lato, di oggetti manifatturati dall'altro. L'esitanza perciò, se ve ne può essere, deve tutta procedere dalle condizioni materiali del paese, pel quale un'impresa, anche utilissima, è costretta di soggiacere alle considerazioni di angustie finanziarie, in cui esso trovasi avvolto.

Quando però il traforo delle Alpi col sussidio di un potente apparato meccanico potesse riescire lavoro, di lunga lena bensì, ma facile e di poco dispendio, l'immenso giovamento che esso arrecherebbe alla facilità e sicurezza delle comunicazioni, quali attualmente stanno ordinate per gli interni nostri bisogni, da se solo sarebbe sufficiente sprone onde fare alacramente un esperimento, che tutte le ragioni di convenienza ci consiglierebbero di tentare. Lascio pertanto intatta la prima questione generale della strada ferrata per rivolgere le osservazioni sulla seconda, la quale io considero come il nodo principale della difficoltà, e come un principio generale che in grado

eminente interessa la scienza, ed il paese nostro non tanto, ma tutta la grande Famiglia Europea.

Non potendosi, a tanta profondità sotto la vetta, altrimenti passare senza un traforo di lunghezza straordinaria, qual è appunto quella di 12290 metri, e non essendo possibile di accelerare l'eseguimento di un'opera sì difficile e gigantesca, col praticare a convenienti distanze pozzi di lavoro, dovrebbero la galleria scavare per le due sole estremità, lavoro questo improbo e sconsigliato troppo per volerlo tentare coi mezzi e colle forze comunemente adoperate. Volta la mente alla ricerca di un modo meccanico, capace di rendere possibile quello che altrimenti non lo era, l'Autore fra tante vie scabrose veniva condotto a scegliere quella combinazione, per la quale il sussidio era limitato ad un lavoro preparatorio, ristretto ad una piccola galleria da essere scavata metà per volta, onde ampliarla poi convenientemente coi metodi ordinarii. Quantunque una siffatta combinazione non riesca per sè ad opera finita, ma solamente abbia per iscopo di accelerare e di facilitare il perforamento, e quantunque dopo il lavoro della macchina altro se ne richieda grandissimo prima di toccare alla meta, tuttavia la parte che deve la sola macchina rappresentare, essendo la più influente e la più ragguardevole, riunisce in sè troppo interessamento per rivolgere alle altre difficoltà presumibili attenzione particolare.

Il progetto del Sig. Ingegnere Mauss, sottoposto allo scrutinio di una Commissione di distinti personaggi, abbraccia un sistema vastissimo di operazioni che debbono simultaneamente concorrere al risultato finale.

Nel sistema complesso, la Commissione distingueva tre parti essenziali, che io ricopio quali furono definite, e sono : 1.º Il macchinismo mobile che avanza nelle viscere della terra, ossia il macchinismo operante : 2.º Il meccanismo stabile che mette in azione la forza motrice, ossia il macchinismo motore : 3.º I congegni che trasmettono la forza alla macchina operante.

Su ciascheduna parte possono cadere alcune osservazioni, che io tenterò di fare colla massima brevità, e con quanta chiarezza mi sarà possibile, dichiarando essere i miei dubbii unicamente fondati su quanto potei raccogliere dagli scarsi elementi pubblicati, e dalla conoscenza dell' archetipo di Valdocco, porzione di macchina la quale ha servito per determinare i primi risultati sperimentali necessarii onde stimare con qualche approssimazione l'effetto utile che si voleva produrre. Tale dichiarazione io credo mio debito di premettere onde evitare qualunque meno favorevole impressione sul merito del sistema, convinto qual sono che molti dubbii e molte difficoltà non potrebbero aver luogo, quando fossero pubbliche tutte le dimostrazioni e tutti gli schiarimenti che dal distinto Autore vennero e saranno dati.

1.º *Macchina operante.*

Il punto luminoso del problema difficile, che il signor ingegnere Mauss si è proposto di risolvere, stava precisamente nel modo di attaccare la roccia con un'azione continua, efficace e sicura. Fra i mezzi

praticamente impiegati nell'estrazione delle grandi masse, il più potente essendo quello della mina, venne presa per tipo della macchina operante l'azione dello scalpello da minatore, sviluppandola convenientemente per estendere l'effetto da uno solo ad una serie consecutiva di punti, avvicinati in modo da formare una linea continua.

Il sistema pertanto di operare sulla pietra ha da formare nella macchina, direi quasi, l'integrazione dell'opera dello scalpello, che deve bensì riuscire moltiplicata, ma identica e costante in ciascuno degli elementi che la compongono. Prima però di procedere oltre in tale analisi, mi giova di notare come la macchina presenti due parti distinte, l'una operante, l'altra ch'io chiamerò inerte; la prima abbracciando tutto il congegno percussore, la seconda tutto il corpo il quale sostiene lo sforzo, e porta il peso di tutto il macchinismo: dell'una e dell'altra parlerò separatamente.

Stabilito il principio su cui riposa il meccanismo operante, come ho qui sopra spiegato, idea che io credo conforme a quella dell'Autore, conviene che la macchina in ciascuno de' suoi elementi rappresenti esattamente la mano dell'uomo, e che in conseguenza produca un lavoro perfettamente identico.

Ora che avviene in un foro da mina? L'uomo dopo un determinato numero di colpi menati con un tagliente adattato alla particolare natura della pietra, e dopo avere per poco operato, ritira il suo ferro, e mentre prende lena si occupa nello estrarre le materie macerate, e ripulito il foro ricomincia da capo il primo lavoro.

Due stadii perciò, che si avvicendano continuamente, presenta l'opera del minatore. Entrambi sono indispensabili, se non per l'ordine di distribuzione, almeno per l'effetto, ed è perciò condizione assoluta che la parte operante contenga non solo il ferro che taglia, ma pure il congegno che ripulisce, senza la quale connessità di lavoro il risultato utile subirebbe la più grande riduzione, se pure non cesserebbe di essere sensibile. Nella proposta combinazione cinque file di scalpelli orizzontali e due verticali pare debbano contemporaneamente formare una somma di scanalature per 15,80 metri di lunghezza e cinque centimetri circa di larghezza la quale procedendo l'affondamento degli scalpelli in ragione di un centimetro per minuto primo, fornirà in un'ora il volume di 0,49 di pietra polverizzata, che rimanendo nel fondo della scanalatura toglierebbe il vivo del masso allo sforzo del tagliente, e che cadendo fuori basterebbe ad imbrattare, ed a scompaginare una parte del sistema. La fila specialmente degli scalpelli, che lavorano rasente il fondo, qualora non vi fosse mezzo di smaltire la polvere sortita dalle scanalature, andrebbe più d'ogni altra soggetta a degradazioni frequentissime, e quel che è peggio essa muoverebbe in un mezzo resistente senza poter produrre alcun utile lavoro, per le materie che sempre si frapporrebbero all'azione della percossa, e che si intrametterebbero nelle spire degli elasti.

Non trovando ragione per dubitare che la macchina operante debba contemporaneamente soddisfare alle due condizioni accennate, e quando l'una o l'altra mancasse, essendo indubitato perdere il congegno proposto una parte principalissima del suo valore, debbo

necessariamente esaminare se l'autore abbia nella fatta esposizione toccato menomamente ad un tale punto essenziale. Non trovandosi notizia alcuna in proposito nella descrizione da esso fatta della macchina, recherò se vi abbia qualche linea nel disegno, qualche cenno nello scritto che lo accompagna, qualche parola nella relazione e nei verbali della Commissione, che fornisca argomento da credere, che se fu provvisto per l'elemento percussore, siasi parimente provveduto a quello *pulitore*. Confesso però che nessuna traccia si scorge di una tale importantissima funzione, quantunque nel modello di Valdocco con grandissima soddisfazione si vedesse in corrispondenza di ogni scalpello l'effetto di uno zampillo d'acqua, il quale spruzzando con forza nella scanalatura mirabilmente serviva a spazzare la polvere, a conservare la tempra dell'acciaio, a favorire infine la macerazione della pietra.

L'effetto coll' iniezione d'acqua ottenuto nel suddetto modello, in cui soli cinque scalpelli in una sola fila operavano, non potendo forse così facilmente riprodursi in tanta estensione sopra un numero così grande di punte (qual è di 116), ed in tante direzioni diverse, pare che siasi limitato lo studio ad indicare il luogo della *camera d'aria* senza toccare ad altro pensiero, accettando così semplicemente l'idea prima senza scrutare se essa era eseguibile, oppure se dovesse un'altra più acconcia adottare in sua vece. Ed infatti riesciva non tanto semplice, per esempio (nella parte di galleria discendente) il liberare la serie degli scalpelli, operanti rasente il suolo, dalla poltiglia, in cui rimangono immersi per l'acqua che scola da

tutte le scanalature; come parimenti non era tanto facile (nella parte ascendente) il raccogliere siffatti rigetti in modo da non impacciare il movimento degli stessi scalpelli. Per questo tratto però una difficoltà ben maggiore si presentava, e questa era nello elevare l'acqua a tanta altezza e a tanta lontananza da poter alimentare continuamente una serie di zampilli, i quali ad ogni istante cangiar debbono di posizione e di distanza.

Proponendo l'autore di cominciare l'esperimento dal lato di Modane, ove la galleria si apre in ascesa, dovrebbe l'acqua dell'Arc essere con un sistema di trombe portata a servire la macchina operante; e di questo sistema, nè tanto semplice, nè di così poca spesa, non è fatto alcun cenno nel conto estimativo, come se vi fosse speranza di trovar acqua nel procedere degli scavi. Siccome però la macchina non può essere posta in attività, se tutte le sue parti non sono portate a quel grado di perfezione a cui debbono giungere, così non potevasi dimenticare di mettere a calcolo la spesa almeno per il sistema di trombe e per i tubi di condotta necessarii a fornire la macchina stessa di una parte tanto essenziale, senza la quale essa mancherebbe ad una delle principali condizioni a cui deve soddisfare.

Ho fatto qui la supposizione che l'elemento di pulitura da applicarsi al macchinismo operante sia l'acqua, e questo ho fatto sull'esempio del modello di Valdocco, pensando esservi possibilità di correggere gli sconci che ad un tale sistema sono inerenti. Vi avrà forse un magistero diverso il quale dai documenti pubblicati non appare; e su ciò io mi taccio, dichiarando però

non potere lo studio della macchina riputarsi così vicino al suo compimento da potersene fare l'applicazione, fino a che adempie ad una soltanto delle due operazioni, che la pratica insegna dover essere impreteribilmente fatte. Da questo lato perciò son ben lontano dal giudicare potersi riporre piena fiducia nell'esito del meccanismo operante, finchè non venga tolto un dubbio così grave, e finchè non si riesca ad un compiuto concepimento pel quale gli ordigni si possano realmente trovare in condizione migliore e non peggiore di quel che fossero nel modello di Valdocco; sul lavoro del quale tutti i ragionamenti e tutte le speranze sono fondate.

Dopo l'agente diretto viene l'ingegnoso macchinismo, che costituisce il complesso del sistema operante, in cui l'Autore, dopo la bella prova fatta nel modello, doveva necessariamente acquistare nuovo titolo ad una giusta ammirazione.

Non può quindi nascere esitazione sopra un tale soggetto: tuttavia sapendo come ciascuna serie di ordigni debba ricevere un movimento di andirivieni nel senso del suo asse, ed un'oscillazione in direzione normale ad esso, si vorrebbe soltanto un'assicurazione per parte dell'Autore, che un tale doppio movimento, così applaudito nel modello, possa con eguale esattezza venire eseguito nel tempo istesso, tanto dalle file orizzontali, quanto dalle verticali. Il piccolo disegno pubblicato, non mostrando in alcun modo, come il telaio (che regola tutto lo sforzo, e che pare contenere tutti indistintamente gli ordigni) sia suscettivo di produrre i due movimenti contrarii, è necessario che si sappia almeno dallo stesso Au-

tore se, nelle condizioni in cui è disegnata la macchina, le scanalature verticali siano praticabili nel tempo istesso in cui si scavano quelle orizzontali, onde aver certezza di evitare un impiego doppio di tempo, solo inconveniente, a cui potrebbesi in caso estremo andare incontro.

Rimane ora sul merito del macchinismo mobile a discorrere della parte morta, la quale dovendo subire continui cangiamenti di posizione, e nel tempo istesso costretta a sostenere gli urti e gli sforzi che da un'azione tanto potente provengono, offre complicazioni assai imbarazzanti. Tutta indistintamente la macchina riposa su due robusti sostegni posti in traverso, incastrati nelle pareti laterali della galleria, e strettamente allacciati ai fianchi del grande telaio: questi per una esatta scanalatura, scorrevole sui sostegni, permettono alla macchina un movimento progressivo, quanto è il cammino che debbono fare gli ordigni, e che in conseguenza non appartiene all'ufficio, a cui deve la parte inerte provvedere. Appena le due traverse di sostegno vengano solidamente assicurate alle pareti, ed appena tutta la macchina venga sopra le medesime collocata, trovasi il sistema in una posizione quale si dimostra nei disegni pubblicati. È lasciata allora libera l'azione alla forza motrice, e la fronte della galleria riceve l'impressione di tutti gli scalpelli operanti fino alla profondità comportata dagli ordigni istessi, oltre la quale cessa il movimento, e la macchina ricondotta al primo luogo è trasportata poi dall'altro lato strisciando lungo le due traverse. Posto quindi il sistema in una condizione identica, si ricomincia il lavoro che procede in egual

modo, finchè le punte degli scalpelli non giungano a toccare il piano verticale, che prima avevano raggiunto dall'altro lato della galleria.

A tal segno, compiuto dirò quasi il primo stadio, e consumato per ciò nell'approfondimento dei tagli lo spazio libero concesso dal telaio al movimento progressivo della macchina, non può in alcun modo ricominciare da capo l'operazione, se non si trasportano le traverse ed il pesante macchinismo, sicchè tutto faccia un passo avanti. Confesserò qui ingenuamente non poter io comprendere ^{come} il corpo inerte della macchina possa essere suscettivo di un doppio movimento regolare, e facile, quale deve avere, mentre lo scorgo totalmente sospeso sopra due traverse immobili incastrate nelle pareti della galleria. Non vedo alcun maneggio per semplificare la traslazione laterale, ed impedire l'attrito considerevole di una massa pesantissima obbligata a strisciare sopra due larghe traverse: tanto meno poi trovo possibile di far camminare la macchina lungo l'asse della galleria, se non si levano o cangiano le traverse, e se non si porta in un solo complesso il sistema da una stazione all'altra; affare questo gravissimo per lo straordinario peso da muovere, e per la soverchia angustia dello spazio in cui si deve operare.

Pare adunque che l'autore della macchina, preoccupato esclusivamente della parte più difficile, abbia trascurato di proporre, od almeno di indicare, i congegni particolari di cui deve essere il corpo inerte del meccanismo compiutamente fornito, per obbedire facilmente ai due movimenti necessari, senza la facilità e prestezza dei quali il sistema operante non può

in modo alcuno produrre l'effetto utile che venne supposto.

Male però si ragionerebbe quando venissero dissimulate le difficoltà grandissime che s'incontrano nel conciliare il principio di mobilità collo sforzo straordinario a cui il macchinismo deve resistere senza piegare e senza permettere alcuna oscillazione. Si giudicò forse una tale difficoltà tanto grave che nell'incertezza dell'esito fu preso il partito di preferire punti d'appoggio inalterabili, e tutto il sistema venne perciò raccomandato alla solidità di due traverse incastrate invariabilmente nelle pareti laterali della galleria stessa. Non lievi imbarazzi però si debbono incontrare tuttavolta che si abbia da cangiar di posizione, mutamento il quale, replicato ad ogni metro di distanza percorsa, si riproduce troppo sovente per non meritare un profondo studio.

La macchina, costretta a fare continuo e lungo cammino, difetta assolutamente di gambe e di sostegni scorrevoli sui quali poter procedere al suo destino, ed essa non soddisferà mai al debito suo, se non potrà essere almeno trasportata da un passo all'altro con poca fatica e con poca perdita di tempo. Si avrà forse di questa fatica e di questo tempo ricercata la misura, ma poichè una tale conoscenza è tuttavia allo stato di incertezza, si giudica prudente il non impegnarsi con troppo rischio in un'azione definitiva, nella quale ragionevolmente non si debbono tollerare che le sole incertezze dipendenti da cagioni estranee alla mente dell'uomo. L'autore avrà potuto calcolare con sufficiente approssimazione l'effetto del trasporto della macchina e delle traverse, ed ogni al-

tra combinazione. Potrà egli allora facilmente dilguare un dubbio, che molto fondamento aggiunge al timore che si ha di vedere, come la grandissima fatica ed il soverchio tempo da consumarsi in tale operazione, possano distruggere gran parte del frutto sperato e promesso colla novella invenzione.

Soggetto poi di grave incertezza io trovo essere l' intermittenza nello sforzo che dalla macchina si deve sopportare, per la quale circostanza, succedendosi a brevissimi intervalli potentissime scosse, rimangono le parti tutte del meccanismo esposte ad una continua agitazione, ad una variabilità precipitata di movimento che è contraria totalmente ad ogni ben ordinato sistema. Nelle applicazioni meccaniche non mai si trascurano i mezzi di rendere uniforme il movimento, e soprattutto si ha cura di sottrarre le parti tutte da ogni urto, quantunque leggero, onde evitare le cagioni di perturbazioni e di improvvise roture.

Un'altra avvertenza conviene parimenti avere riguardo alla necessità di sorvegliare costantemente al lavoro della macchina, la quale sopra il considerevole numero di 116 scalpelli mantenuti in un'azione violentissima e continua, potendo soggiacere all'impero di accidenti impensati, non deve mai essere abbandonata a se stessa quando si vogliano prevenire le interruzioni, che nella continuità dell'intaglio potrebbero succedere per il guasto improvviso di uno o di più dei tanti ordigni. Ora il telaio e tutto il corpo della macchina da un lato toccando alla parete della galleria, chiuso da ogni parte coi membri intricati del meccanismo, non offre altro spazio libero se non quello che guarda la mezza galleria ove

praticar si deve il distacco, e lo sgombrò delle fette di pietra già preparate. Può quindi nascere una confusione continua dal bisogno di osservare attentamente l'effetto della macchina stando nello stretto spazio, ove si hanno da maneggiare massi di pietra pesantissimi, ciascuno dei quali presenta il volume di un metro cubo ed un peso non minore di 3000 chilogrammi; se pure un tal maneggio tra per l'impedimento alle libere mosse cagionato dalle traverse della macchina, tra per il pericolo di operare presso una fune che cammina con tanta precipitazione, non si voglia considerare come difficile molto e forse impossibile; giacchè la simultanea attivazione di due artifizi così disparati può essere cagione continua di guasti e di perdite irreparabili. Sia dunque una tale combinazione fatta scopo ad uno studio ben ponderato, prima di ammetterla come cosa assoluta, come cosa certa.

Accennato in breve a tali dubbii, non si può chiudere l'esame della macchina operante (quale era possibile di fare non avendo la piena conoscenza dei minuti particolari) senza avvertire alle possibili eventualità nella estrazione dei grossi parallelepipedi che, venendo coll'opera degli scalpelli isolati da quattro parti, debbono essere poi di netto staccati dalla radice della roccia, a cui aderiscono intieramente per una delle faccie avente un metro quadrato di superficie. Oltre all'inverisimiglianza che si scorge nel supporre la stratificazione della roccia così disposta da permettere il distacco dei massi intieri col solo sforzo di cunei operanti per le labbra degli intagli, non si sa capire come, senza il soccorso di un particolare congegno, i quattro pesantissimi massi staccati pos-

sano con tanta semplicità venire estratti dalla nicchia in cui stanno strettamente racchiusi, e da cui non possono uscire se non movendosi con una esattezza matematica.

Le complicazioni che possono mostrarsi in tale lavoro sono moltissime e non tutte di facile scioglimento, e perciò un calcolo appagante non si potrebbe realmente fondare se non sopra un esperimento pratico e positivo. Nello stesso modo che il modello di Valdocco, fatto con ordigni di vera dimensione, servì a determinare la forma, la forza degli scalpelli, ed il prodotto del loro lavoro; alcune prove di fatto si dovrebbero tentare nella istessa pietra, praticando colla mano dell'uomo le scanalature per misurare la facilità dell'estrazione, e per giudicare la convenienza di allontanare o di avvicinare gli intagli onde accrescere o diminuire lo spessore delle *fette*, e finalmente per conoscere il merito reale di quei mezzi di agire, i quali sieno per riescire più favorevoli. Per ora poi senza richiedere una soluzione compiuta di siffatto problema, basti l'ottenere spiegazioni confortevoli sul resto, onde acquietare molti dubbii insorti sull'efficacia della macchina progettata, dubbii che possono pur anche essere la conseguenza della troppo scarsa copia di documenti che si avevano sott'occhio. Senza tali spiegazioni però non si potrebbe concedere all'invenzione quel merito e quella fiducia, che pur si desidera abbia essa ad ottenere.

2.º *Meccanismo motore.*

Nelle condizioni, in cui vennero ordinate tutte le parti del sistema, il sig. cavaliere Mauss assogget-

tandole a calcolo particolareggiato, che si accetta unicamente qual termine di confronto, trova necessario un motore capace di produrre un effetto dinamico, il quale dalla forza di 200 cavallivapore giunga a quella di 280, per esser al principio del lavoro, in cui poca è la distanza, minore lo sforzo di quanto è necessario nell'ultimo periodo in cui la galleria tocca al suo termine. Il motore perciò, qualunque egli sia, dovendo rappresentare una tale forza grandissima, giudiziosissimo fu il divisamento di trarla dall'elemento il più semplice che la natura opportunamente e gratuitamente offre in quelle alpestri regioni, adoperando per siffatto oggetto l'acqua somministrata dai torrenti, quantunque abbondante e perenne da un lato del monte, e scarsa e meno certa dall'altro.

Lodando il concetto, come è di ragione, non pare potersi egualmente approvare l'applicazione che ne vien fatta, giacchè la ruota idraulica a cucchiaj scelta come più semplice ed efficace rimane posta in tali disarmoniche condizioni, che invece di produrre il massimo profitto cagiona un dispendio inutile di forza motrice. Dal lato di Modane il torrente Arc è riputato ricchissimo d'acque, e se ne porta la misura a quantità grandissima, senza però dimostrare il perchè siasi in tale giudizio presa per norma la portata verificata nel mese di ottobre, stagione impropria a fare debitamente una tale stima, di cui è necessario sempre conoscere il limite minimo piuttostochè il rapporto medio. Ammessa tuttavia la verità del fatto, qual venne supposto, potrà da quel lato riescire tollerabile un dispendio soverchio ed inutile di forza, ma dal lato di Bardonecche altrimenti corre la bisogna, giacchè

la Commissione istessa, mettendo a calcolo il rallentamento del moto e le perdite che da difetto d'acqua debbono provenire, dimostra evidentemente la necessità di farne la massima economia.

Quando fossero veri i risultati di calcolo notati nella relazione dell' Autore, apparirebbe che, sulle ruote idrauliche di 6.^m/_o di diametro giungendo l'acqua colla velocità dovuta all'altezza di 3,50 metri e che due metri di netto essendo necessarii sotto le ruote per mantenere a secco le puleggie scanalate, la vera caduta dell'acqua arriverebbe in totale per lo meno a 11,50 metri dei quali credendo l'autore di poter utilizzare gli 8/10 del diametro della ruota, ossia 4,80 metri d'altezza, l'effetto utile ottenuto, quando si verificasse esattamente la fatta supposizione, non arriverebbe a quarantadue centesimi della forza vera consumata. Ora le ruote a cucchiali bene applicate possono produrre molto maggior frutto, e per conseguenza nella previsione istessa dell'autore non sarà mai conveniente l'accettare un risultato che porta il coefficiente di riduzione da 0,80 a 0,42, e che perciò cagiona una perdita grandissima di forza, incompatibile colla scarsezza d'acqua dal lato di Bar-donèche, ed inammessibile sempre quando si tratta di soggiacere a maggiori spese di stabilimento. Un tale sacrificio però vuole l'autore sopportare per la semplicità e l'economia che offre il meccanismo in ogni caso, in cui la resistenza è direttamente applicata senza l'intermediario di ruote dentate, sistema questo praticato in alcuni casi pratici ben rari, in cui s'incontrano circostanze eccezionali da rispettare. Prima però di cedere ad una idea poco generalizzata sostenendo

// sacrificio di tante altre ragioni di convenienza, era dovere l'apprezzare esattamente le difficoltà, che la teoria e l'esperienza dimostrano degne di riguardo. Non posso perciò dissimulare che l'applicazione di un sistema tanto familiare deve essere fatta assolutamente nelle condizioni di perfezione al medesimo inerenti, giacchè altrimenti operando, si corre pericolo di pregiudicare immensamente ogni utile risultamento. Ora come puossi mai immaginare una ruota a cucchiaini, su cui l'acqua deve operare pel solo peso, muoversi con una velocità grandissima al di là di ogni limite conosciuto, in proporzioni non ammesse dall'esperienza, e nel tempo stesso riuscire perfetta quanto si ha dritto di pretendere in un sistema tanto delicato come è il caso nostro? Non vi ha, che io mi sappia, esempio di ruote a cucchiaini, le quali offrano una velocità maggiore di cinque metri per minuto secondo, e queste hanno piccolo diametro, e producono in sostanza un magro risultato, per cui non se ne fa l'applicazione se non nelle sole ferriere, ove le scosse fortissime del maglio non comportano alcun ingranaggio. Nel nostro caso invece la velocità alla circonferenza delle ruote idrauliche dal lato di Modane è calcolata in ragione di sette metri per minuto secondo, per guisa che attribuendola a ruote di sei metri di diametro si va fuori dal limite del probabile per entrare totalmente nell'incognito, e per giungere forse ad un risultato, di cui sono imprevedibili le conseguenze.

Colla velocità di sette metri alla circonferenza una ruota di 6 metri di diametro sviluppa una forza centrifuga di 16, 53 mentre la gravità istessa non è stimata che di 9, 82. È facile quindi il capire come poco

frutto debba produrre una potenza, che per indole propria prende alimento dalla sola gravità, mentre un'altra forza prevalente con un'azione costante opera in senso se non contrario almeno non mai favorevole. Non vi ha dunque, e questo non credo doversi con speciali ragionamenti dimostrare, alcuna ruota a cucchiali, la quale possa prestare utilmente il proprio ufficio colla prodigiosa velocità di sette metri per minuto secondo, giacchè la forza centrifuga non consente che l'acqua possa col proprio peso produrre effetto sensibile. L'esperienza dimostrando come nelle piccole ruote il coefficiente diminuisca costantemente in ragione dell'aumento di velocità, senza dare però la legge di una tale diminuzione, non può l'ingegnere varcare i limiti conosciuti e consacrati dalla pratica senza esporsi al più grave pericolo. Non essendo quindi possibile in alcun modo l'accettare la supposizione, che fa l'autore nel calcolo dell'effetto dinamico della ruota, e non potendola accettare, perchè il coefficiente $8/10$ del diametro della ruota, preso per l'altezza utile dell'acqua premente, non è proprietà di un sistema nelle inusitate condizioni, in cui è posto quello sul quale si ragiona, ma è comune alle ruote a cucchiali stabilite nelle condizioni le più appropriate, le più perfette, ho motivo di credere non essere il meccanismo progettato menomamente in grado di produrre l'effetto utile che venne supposto.

Se questo vale per il sistema delle ruote collocate dal lato di Modane, a maggior titolo potranno le stesse considerazioni essere fatte intorno allo stabilimento ordinato presso l'altro estremo della galleria, nel

quale si varcano limiti molto più straordinarii e nuovi.

Il difetto di acqua, che ivi si prova, e la facilità invece di ottenere per quelle balze una grande caduta pare abbiano indotto ad accrescere il diametro delle due ruote, ed a collocarne l'una sotto l'altra, onde trarre il massimo effetto utile dal poco volume d'acqua di cui si dispone. Coll' intendimento di semplificare il meccanismo, viene applicato a ciascuna ruota il diametro di 10 metri, pari a quello delle puleggie scanalate, e con questo si attribuisce la prodigiosa velocità di 11, 70 alla periferia della ruota, malgrado che un tale limite non sia in alcuna maniera conciliabile coll'indole delle ruote a cucchiaini per le ragioni già spiegate quando si trattava di velocità molto meno straordinaria.

Nella materiale applicazione poi d'un' idea così fatta, facilmente si scorge come l'acqua dovendo affacciarsi sui cucchiaini con velocità un po' maggiore di quella con cui essi muovono, non è possibile altrimenti di dare alla medesima un impulso sufficiente se non col mezzo di un battente di 6 metri circa di altezza, in guisa che tra per questo limite, e tra per il diametro grandissimo delle ruote, s'incontra la necessità di avere in complesso una caduta di 32 metri, e questa caduta lascio che ognuno misuri colla mente per comprendere quanto vasto sia l'impegno di sostenerla, e quante siano le difficoltà cui essa mena incontro. Sembra però dalle cose pubblicate che si accenni ad una caduta di soli 20 metri, e quando ciò sia vero, non si può in alcun modo capire come venga nel disegno espressa ben diversamente la cosa, vedendo ivi una differenza di metri 27 circa.

Questa tuttavia si discosta da quella sopra notata, in quanto che non venne espresso esattamente l'intervallo, che va concesso tra le due ruote affinchè l'acqua, uscendo dai cucchiali con direzione tangenziale, abbia tempo ad acquistare bastevole stabilità, ed a muovere raccolta contro la ruota con una velocità costante. Questa differenza, avuto riguardo all'assoluto silenzio dell'autore nello spiegare il suo concetto, fa ragionevolmente sospettare non essere stato per anco finito lo studio di una tale combinazione nuovissima, che appunto per essere tale, richiede uno studio accurato e profondo. Ammettendo perciò, come è naturale il credere, che per la ruota inferiore si richiegga oltre il battente di 6 metri una certa altezza libera, per cui l'acqua cadendo dai cucchiali possa calmare la soverchia agitazione, ed atteggiarsi a novella fatica, sarà questo un motivo di accrescere anzichè diminuire i 32 metri di caduta, quindi si correrà ognor più incontro a difficoltà ed a dubbii, se non si ottengono tutte le dimostrazioni le quali possono riassicurare in un cammino arrischiato ed affatto nuovo.

Quando poi fosse intenzione del signor Mauss di tentare particolari esperienze riguardo alle straordinarie condizioni del sistema di ruote idrauliche proposte dalle due parti della galleria, ovvero quando avesse egli molte speranze concepite per l'effetto della stretta doccia in cui sono chiuse le ruote, per la quale ogni disperdimento d'acqua è impedito, allora converrà sempre variare nome, forma e carattere al sistema, portando la ruota nella categoria di quelle ad ale piane od incurvate che si muovono in forza dell'urto, e non pel solo peso dell'acqua. In tale caso

forse potrebbero le ruote con minori difficoltà produrre un qualche utile risultato; ma allora diverrebbe indispensabile il fare un novello studio per poterne convenientemente stimare l'effetto, tenendo conto specialmente dell'influenza che ha la soverchia velocità della ruota nel concedere lo sviluppo pieno di tutta la forza, che ad essa viene applicata.

Un dubbio ancora io debbo manifestare sulle conseguenze della grande velocità impressa alle ruote riguardo all'intima loro struttura, che abbisogna d'una robustezza straordinaria, non potendo altrimenti resistere allo sforzo continuo, a cui va soggetta. Si avverta che i ventidue giri e mezzo per minuto, i quali si ricercano dalla ruota, poco si discostano dai trenta, che ordinariamente si fanno correre dai volanti applicati alle macchine fisse a vapore, quindi le dimensioni di tutte le parti debbono necessariamente uscire dal comune e richiedere una solidità sovrabbondante se non si vuole incontrare il pericolo di vedere improvvisamente compromesso tutto il meccanismo.

L'argomento riesce sommamente importante, e deve quindi formare il soggetto di nuove e più serie meditazioni, finchè si giunga a tal condizione perfetta da guarentire positivamente quel beneficio, che l'elemento motore è suscettivo di somministrare.

L'intermediario delle ruote dentate è troppo generalmente applicato nel mondo industriale per metterne in dubbio la bontà e la convenienza: non si crede perciò in alcun modo giustificata la ragione per cui si vorrebbe esso proscrivere nel caso nostro. Infatti il motore, comunque esso sia collocato, essendo a tanta distanza dal meccanismo percussore, ed esercitando

la sua azione per mezzo di un sistema di trasmissione, sfornito totalmente di rigidità, non possono le scosse e gli urti, a cui va soggetta la macchina operante, venire in alcun modo comunicate alle puleggie, su cui si avvolge la fune destinata a trasmettere tutto il movimento. Se dunque l'albero delle puleggie o delle ruote idrauliche non può sentire l'effetto di alcuna forza viva, ma deve soltanto vincere una resistenza variabile sì, ma regolare, continua e di natura costante, non si può scorgere il perchè si debba accettare una condizione eccezionale e gravosissima, piuttostochè introdurre nel meccanismo una parte tanto essenziale e tanto sicura, un congegno cioè generalmente usato in tutti i casi ove nelle macchine fisse è creata una forza pari a quella, di cui si ha ora bisogno.

In confronto delle poco favorevoli condizioni di una ruota idraulica di grandi dimensioni costretta a muovere con una celerità straordinaria, non pare debba riuscire sconveniente il ricorrere ad un mezzo così semplice, qual è quello delle ruote dentate, per trarre dal motore tutto l'effetto possibile, e per dare un ordinamento più utile e più durevole a tutto il sistema.

3.º Congegni che trasmettono la forza motrice, e conclusione.

Questa terza parte, che racchiude in sè una grandissima importanza, non può dar luogo ad osservazioni ragguardevoli dopo che l'ingegnere Mauss acquistava tanta rinomanza nello stabilimento dei piani inclinati di Liège, la cui perfetta riuscita risponde a

tutte le dubbiezze riguardo alla distanza ed alla possibilità di trasmettere la forza motrice per quanto sia essa considerevole. Avvertendo tuttavia la differenza grandissima di velocità tra l'uno e l'altro luogo, ed alla intrinseca diversità tra una resistenza costante ed una che procede a scosse replicate a brevissimi intervalli, nasce il sospetto che la fune vada soggetta a continue variazioni di tensione, che producano una vibrazione pericolosa; vibrazione però che deve diminuire gradatamente per il peso e l'elasticità della fune istessa quando è varcato un dato limite di distanza.

L'effetto di siffatta oscillazione, che si è qualificato di pericolosa, va inteso nel senso della facilità, con cui la fune può scappar fuori dalle girelle, sulle quali essa corre, ed allora pensando alla velocità di 11, 78 m. per minuto secondo che, corrispondendo a chilometri 42, 41 per ora, sorpassa quella delle locomotive sulle nostre strade ferrate, si teme che uno sconcerto (qualunque ne sia la cagione) possa portar disordini gravissimi per la difficoltà di arrestare istantaneamente un moto così violento, e per l'effetto terribile che potrebbe conseguire dall'improvvisa rottura della fune o di qualche parte del meccanismo.

Pensando d'altra parte essere alla fune stessa raccomandato intieramente il sistema dei ventilatori per mutare l'aria nella galleria durante la sua costruzione, si ha molta ragione di temere per essi l'effetto disastroso delle vibrazioni, di cui venne fatta parola, massime dacchè il solo attrito del canape sulle girelle deve produrre tutto il movimento. Trattasi di un tubo continuo per giungere all'enorme distanza di sei mila metri, ed alla pro-

fondità di cento e più, in guisa che in tali straordinarie condizioni una ventilazione sufficiente non si può altrimenti ottenere fuori che adoperando una forza costante ed assai ragguardevole, la quale difficilmente può essere svolta colla velocità grandissima attribuita al motore per via del solo attrito.

Quando poi si abbia (come pare voler l'autore) da mantenere costantemente il sistema in un moto non mai finora sperimentato, e quando ruote, puleggie, carrucole, funi abbiano indistintamente a concepire ed a conservare una tanta velocità, ignoro quali effetti dal fregamento straordinario di tanti corpi tra loro possano derivare per le circostanze particolari al clima, e per la composizione e forma di tutte le parti del meccanismo, e vorrei meglio poter apprezzare quanto in forza di tali cagionisìa per essere precipitato il consumo di ogni cosa, e specialmente quello della gomina principale.

Il trovare un ripiego, che riassicuri da ogni trista conseguenza, sarà forse facilissima cosa per chi è versato profondamente nel magistero delle macchine, e quindi non si potrebbe ragionevolmente dubitare di una combinazione (quantunque nuova per noi) e si dovrebbe piena fiducia nel progredir continuo dell'arte meccanica, se non fosse vero che la velocità, attribuita alle funi ed a tutti i congegni ad esse relativi, non fosse precisamente doppia di quella ottenuta nei piani inclinati di Liège, e se non vi avesse modo di regolare le dimensioni delle puleggie unite alla macchina operante in modo da comportare una velocità diversa dall'una all'altra, siccome in tutte le applicazioni meccaniche si suole praticare. Il principio dell'unità riesce

certamente preferibile in tutto quanto non partorisce inconvenienti, ma non vi ha esempio, nelle pratiche applicazioni, che conforti a volerlo mantenere a dispetto di maggiori considerazioni, che lo possono sconsigliare, e perciò non so vedere ragione tanto assoluta da dovere stringere il problema in una difficoltà non mai superata, piuttosto che seguire la pratica comune.

Di una velocità grandissima si abbisogna pel maneggio degli scalpelli, e questa è necessità inevitabile; a parer mio però non egualmente corre l'obbligo di subirla in tutti gli elementi del sistema, dal motore fino al congegno operante, malgrado che possa correre tra essi l'enorme spazio di sei a sette chilometri. Parrebbe quindi che una differenza nei diametri delle due puleggie della macchina operante, senza nuocere all'effetto vero ricercato, concederebbe il mezzo semplice forse di moderare la velocità soverchia, dalla quale si ha motivo di temere, nell'esercizio pratico, conseguenze gravissime a danno della riuscita istessa dell'opera grandiosa, che si vuole così coraggiosamente arrischiare.

Lo insistere maggiormente su tale proposito, (quantunque io stimi partito imprudente il tentare un limite di velocità troppo discosto da quello istesso che nel progetto vien portato come autorità pratica) sarebbe sconvenientissima cosa finchè l'autore non abbia svolte le ragioni capaci di vincere ogni scrupolo, dimostrando chiaramente la convenienza ed il pregio di seguire piuttosto l'uno che l'altro limite. Passerò quindi a chiudere le poche osservazioni coll'aggiungere alcune considerazioni generali desunte dalle cose istesse pubblicate insieme agli elementi del progetto.



La Commissione a cui erano indubitatamente dal sig. Cavaliere Mauss somministrati i più ampi schiarimenti, per giudicare su basi meno incerte di quelle che io avessi nello esporre i miei dubbii, terminava tuttavia per concludere a favore di un semplice esperimento da tentare nella parte meno difficile, e nelle migliori condizioni che si offerivano in quei luoghi alpestri, conclusione questa, la quale dimostra apertamente non avere i distinti personaggi, di cui essa era composta, acquistata una convinzione che fosse affatto scevra di dubbio. Le parole con cui il verbale ultimo della Commissione esprimeva il suo giudizio sono le seguenti:

Stima la Commissione col Signor Relatore che sia da farsi la prima applicazione della macchina di perforamento all'ingresso Nordico, d'onde la galleria sale, e dove sono favorevoli le condizioni di lavoro: e che sia da commettere senza indugio le macchine allo stabilimento Seraing nel Belgio, premettendosi ad ogni lavoro in ferro la costruzione in legno del meccanismo percussore, meglio così agevolandosi ogni ultimo studio di finimento.

Era in conseguenza presentita non solo, ma anzi proclamata apertamente la necessità di fare nuovi studii di perfezionamento riguardo alla parte principale della macchina, ed era in quanto al resto gettato un dubbio scoraggiante sul ramo di galleria da aprire dal lato di Bardonnèche, giudicando non potere essere questo lavoro intrapreso, fino a che una prova di fatto non avesse definitivamente pronunziato sulla possibilità di operare con frutto. In un esperimento, per il quale si ricerca una prima spesa di L. 720^{fr}, spesa che

può crescere smisuratamente senza volerlo, deve l'Amministrazione pubblica prendere consiglio dalla prudenza, nè lasciarsi unicamente dominare da sentimenti di fiducia, quantunque bene locata, giacchè aprendo il cammino con passi incerti e poco sicuri, si urta spesso in ostacoli non preveduti, e lo scoraggiamento che ne consegue diventa soventi volte fatale, e degenera in un abbandono irreparabile.

Una prova pertanto, in cui si espongono somme gravissime, non può essere tentata da un paese con finanze così disordinate come il nostro, senza che vi abbia quel grado di probabile riuscita necessario, senza che siano stati prima esauriti tutti i mezzi dall'arte e dalla scienza concessi. Altrimenti continuando noi a moltiplicare le esperienze, a cercare perfezionamenti non mai raggiunti, sacrificheremo il frutto dell'insegnamento, che l'esempio delle più svegliate Nazioni Europee somministra copiosamente. Si rammenti chi regge la cosa pubblica, che l'esperimento, di cui si ragiona, non è il primo fatto nella costruzione delle nostre strade ferrate; e siccome l'esito non fu sempre conforme alle previsioni, così vuolsi andare molto a rilento e non compromettere l'avvenire di un'intrapresa grandiosissima per non avere sciolte prima le difficoltà che si potevano facilmente apprezzare. Non sarà dunque reputata opera nè ingrata nè infruttuosa lo avere, colle precedenti osservazioni, proposti alcuni dubbii sperando di vederli con piena soddisfazione risolti a maggior lustro dell'Autore dell'ingegnoso trovato. Non si dissimula poi credersi partito saggio quello di sacrificare qualche mese ancora prima di mettersi al cimento, affine di costruire a Torino il modello

in legno, che si propone di fabbricare nel Belgio, ed affine di aver modo ad intraprendere in grande una serie di esperimenti per giudicare della possibilità e della facilità di staccare i dadi di pietra, che colla macchina proposta debbono essere da tutte le faccie fuorchè da una sola totalmente isolati. Non occorre che io ripeta come siffatti esperimenti possano essere tentati, poichè praticando a mano d'uomo le scanalature, quali son fatte dalla macchina; e di più praticandole in una roccia pari a quella, che s'incontra nel perforare la galleria, facilmente si comprende essere possibile l'acquistare in tal parte una conoscenza di fatto indispensabile, della quale ora si manca totalmente, e che pure esercita una influenza delle più potenti sul risultato a cui si ha lusinga di giungere. Le esperienze per riescire concludenti debbono esser fatte largamente e compiutamente, senza grettezza e senza impazienza. Siccome poi esse consumeranno indubitatamente un certo spazio di tempo, così l'indugio tornerà utile per fabbricare tosto un modello della macchina con dimensioni eguali o poco lontane dal vero, e per aver modo a meditare profondamente ed a bell'agio sopra tutte le difficoltà intricatissime che si presentano, e che possono richiedere mutamenti essenziali nella costruzione definitiva del macchinismo operante. Tale è il consiglio che per l'onore e per l'interesse del paese, e per la riuscita della vasta impresa, io credo debba venire scrupolosamente seguito.



